



PENGGUNAAN FASA FAILURE RELAY DALAM MENGATASI UNBALANCE VOLTAGE PADA INSTALASI MOTOR TIGA FASA

I Komang Gede Sukawijana¹, Wayan Mahardika Prasetya Wiratama²

Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja

e-mail: gede.sukawijana@undiksha.ac.id¹, mahardika.prasetya@undiksha.ac.id²

Article Info

Article History:

Received: March 11, 2023

Revised: March 20, 2023

Accepted: Aril 01, 2023

Keywords:

Voltage Imbalance;
Fasa Failure Relay;
Protection System.

ABSTRACT

The purpose of using the fasa failure relay is as one of the student learning modules in the Electrical Engineering Education Laboratory as a support for the Connection Panel course. So far, students' understanding of overcoming unbalance voltage in three-fasa motor installations has not been optimal, due to the lack of optimal practice modules in the laboratory. Based on this, it is necessary to design and create a tool in the form of a Practice Module as a learning medium about safety for three-fasa motor circuits. A condition where intermittent connectivity occurs or a voltage imbalance causes damage to electrical components, especially 3-fasa motors. The use of a fasa failure relay functions to keep the alternator voltage constant. By using fasa failure relays to overcome unbalance voltage in three-fasa motor installations, students have a better understanding of securing the performance of three-fasa motors, which can be seen by the increase in students' grades for the even semester 2023/2024 by 13.82% from the previous semester.

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Ketidakseimbangan Tegangan;
Fasa Failure Relay;
Sistem Proteksi.

ABSTRAK

Tujuan dari penggunaan *fasa failure relay* adalah sebagai salah satu modul pembelajaran mahasiswa di Laboratorium Pendidikan Teknik Elektro sebagai pendukung mata kuliah Panel Hubung Bagi. Selama ini pemahaman yang dimiliki mahasiswa dalam mengatasi *unbalance voltage* pada instalasi motor tiga fasa belum maksimal, dikarenakan kurang optimal modul praktek di laboratorium. Berdasarkan hal tersebut perlu dirancang dan dibuat suatu alat berupa modul praktek sebagai media pembelajaran tentang pengaman untuk rangkaian motor tiga fasa. Suatu kondisi dimana terjadi konenktifitas *intermiten* atau adanya ketidak seimbangan tegangan menyebabkan kerusakan pada komponen listrik terutama pada motor 3 fasa. Penggunaan *fasa failure relay* berfungsi untuk menjaga tegangan *altenator* agar tetap konstan. Dengan Penggunaan *fasa failure relay* dalam mengatasi *unbalance voltage* pada Instalasi motor tiga fasa mahasiswa lebih memahami dalam pengamanan kinerja motor tiga fasa, dapat dilihat dengan adanya peningkatan nilai mahasiswa semester genap 2023/2024 sebesar 13,82% dari semester sebelumnya.

Publishing Info

Copyright © 2021 The Author(s). Published by Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia. This is an open access article licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

✉ **Corresponding Author:** (1) I Komang Gede Sukawijana, (2) Pendidikan Teknik Elektro, (3) Universitas Pendidikan Ganesha, (4) Jalan Udayana No.11, Singaraja, 81116, Indonesia, (5) Email: gede.sukawijana@undiksha.ac.id

1. Pendahuluan

Perangkat Hubung Bagi merupakan suatu perlengkapan untuk mengendalikan, membagi tenaga listrik atau melindungi sirkuit pemanfaat tenaga listrik. Adapun bentuknya dapat berupa box panel, atau lemari. Panel Hubung Bagi (PHB) adalah peralatan yang berfungsi menerima energi listrik dari PLN dan selanjutnya mendistribusikan, sekaligus mengontrol penyaluran energi listrik tersebut melalui sirkuit panel utama dan cabang ke PHB cabang atau langsung melalui sirkuit akhir beban yang berupa motor induksi tiga fasa yang sering digunakan adalah motor induksi rotor sangkar. Motor jenis ini baik digunakan pada motor dengan daya besar dengan kecepatan konstan. Untuk menjaga kinerja motor induksi, perlu juga diperhatikan keamanan motor itu sendiri baik terhadap gangguan internal dari motor itu sendiri maupun gangguan eksternal dari luar motor itu sendiri, yaitu berupa gangguan beban lebih, gangguan hubung singkat dan gangguan tegangan kurang.

Sesuai dengan SAP mata kuliah PHB (Panel Hubung Bagi) dengan kode PTE-1265 pada Program Studi Pendidikan Elektro Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha dimana dalam mata kuliah ini standar kompetensi yang diharapkan adalah : mahasiswa memahami ketentuan umum PHB, macam-macam PHB, komponen yang terpasang pada PHB, lemari hubung bagi, kotak hubung bagi, panel pengatur mesin listrik, panel kontrol, panel pengaturan berurutan, panel pengaturan interlock dan panel pengasutan motor listrik. Pada mata kuliah PHB selain pembelajaran tentang kajian teori/pustaka, juga disertai-praktek. Adapun praktek sesuai dengan Teori diktat PHB yang ditulis oleh Ratnaya diantaranya praktek Rangkaian Otomatisasi lampu Taman, sistem Direct On Line (DOL), system Interlock hidup secara bergantian, Interlock hidup berurutan, Putar balik Motor, penghasutan/starting motor Star-Delta. Praktik pada kuliah PHB tersebut diatas tidak adanya pengaman pada sistem kontrol daya berupa beban mesin listrik skala besar.

Salah satu sistem pengaman untuk motor listrik yaitu *fasa failure relay*. Komponen ini berfungsi sebagai proteksi kehilangan fasa, urutan fasa yang salah, drop tegangan, tegangan berlebih, dan frekuensi yang tidak stabil. Dengan fungsi yang sangat penting maka perlu diperhatikan untuk memasang komponen *fasa failure relay* dalam instalasi motor listrik 3 fasa. Dalam penelitian ini menjelaskan tentang fungsi dari *fasa failure relay* sebagai proteksi dari ketidak seimbangan tegangan. Dengan adanya penelitian ini bisa dijadikan sebagai acuan dalam pemasangan instalasi motor listrik 3 fasa.

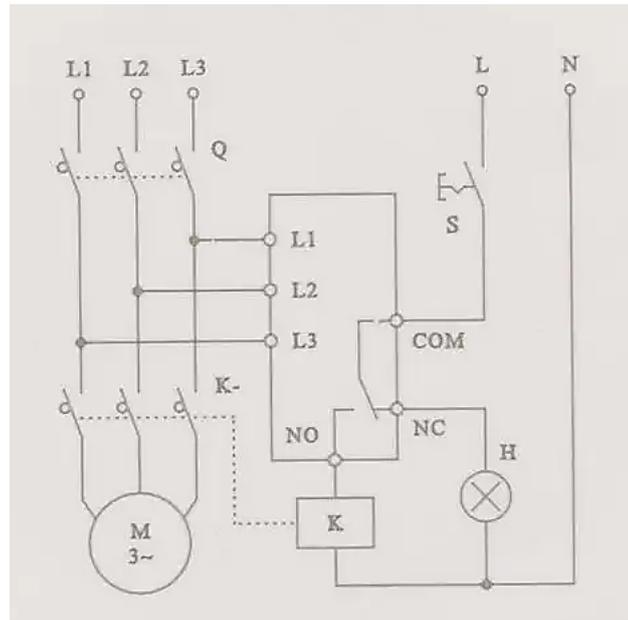
Ketidak seimbangan beban dan tegangan yang terjadi dapat mengakibatkan ketegangan berlebih pada fasa-fasa yang masih beroperasi, sedangkan fasa yang terputus tidak menerima tegangan yang cukup, hal ini dapat menyebabkan panas berlebih pada komponen motor seperti stator dan bearing, yang pada gilirannya dapat mengurangi umur operasional motor dan bahkan menyebabkan kerusakan permanen. Dalam kasus *unbalance voltage*, penting untuk segera mengatasi gangguan *single-phasing* pada motor induksi 3 fasa untuk mencegah kerusakan yang lebih serius. Penggunaan sistem proteksi yang tepat, seperti *fasa failure relay*, dapat membantu mendeteksi dan mengatasi gangguan tersebut dengan cepat. Dengan demikian, kerusakan pada motor akibat kondisi *single-phasing* dapat dihindari dan kinerja motor dapat tetap optimal. Fluktuasi tegangan pada sistem kelistrikan dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti ketidak seimbangan beban pada sistem, gangguan pada sumber daya listrik, atau masalah pada jaringan distribusi.

Unbalance voltage dapat terjadi ketika besaran tegangan antar fasa tidak sama atau sudut fasa antar fasa tidak sebesar 120° , yang seharusnya terjadi pada sistem tiga fasa seimbang.

2. Metode

Adapun Metode yang digunakan adalah studi dokumen dari beberapa dokumen yang ada di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang terkait dengan aplikasi atau penggunaan relai, studi beberapa tugas akhir mahasiswa yang terkait dengan penggunaan *fasa failure relay*, dan studi kepustakaan dari beberapa buku yang mengulas tentang PHB. Perencanaan dan pembuatan modul praktek ini adalah bersifat praktis, yaitu membahas dan merencanakan pada pembuatan alat/modul praktek secara nyata yaitu melakukan pendekatan dengan cara membuat *prototype*, sistem dan model miniaturnya. Hal ini dimaksudkan untuk memperkenalkan konsep - konsep yang dapat dimengerti dan dapat diterapkan pada tiap tahapan sistem yang lebih besar dan kompleks, baik dari segi perangkat mekanik maupun perangkat elektroniknya.

Perancangan modul PHB ini dimulai dengan merancang modul di atas kertas. Komponen yang digunakan disesuaikan dengan aplikasi dan perletakan komponen agar memberikan hasil sesuai harapan, kemudian membuat rancangan modul Praktek PHB untuk pengoperasian motor tiga fase. Untuk dapat lebih jelasnya gambar rangkaiannya adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Rangkaian Fasa Failure Relay

3. Hasil dan Pembahasan

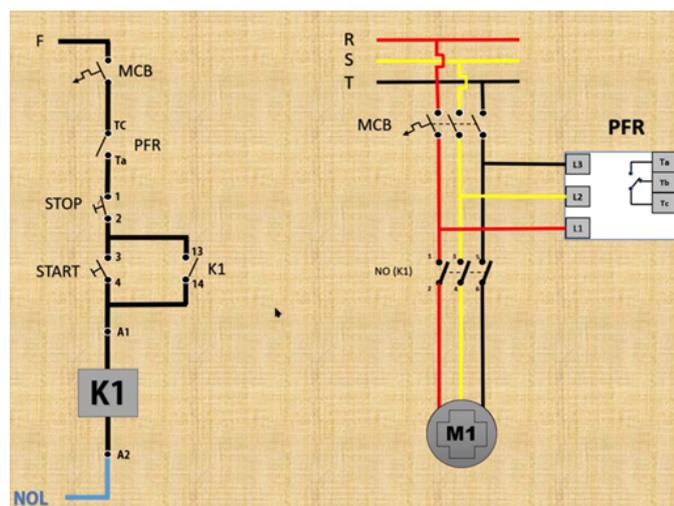
Hasil yang bisa diperoleh dengan adanya pembuatan Modul Praktek ini adalah mahasiswa dapat melihat secara langsung sistem kerja rangkaian, sehingga lebih mudah memahami dan mengerti cara kerja rangkaian. Hal ini dilihat dari nilai prestasi mahasiswa yang meningkat 1 tahun kedepan meningkat sebesar 13,82. Dimana pada semester genap 2022/2023 adalah 82,61 % dan semester genap 2023/2024 sebesar 96,43 %

Rancang modul PHB menggunakan komponen pengaman tegangan berupa *fasa failure relay* untuk mengamankan kerja dari motor listrik induksi 3 fase sebagai alat penggerak. Motor listrik merupakan peralatan listrik yang mampu mengubah energi listrik menjadi energy mekanik. Energy mekanik tersebut berupa tenaga putar yang mampu digunakan untuk membantu berbagai macam kegiatan manusia. Motor induksi 3 fase dipilih dalam modul ini mempunyai daya sebesar 15KW. Adapun data untuk motor yang digunakan dalam modul ini memiliki spesifikasi, dan dapat dilihat pada Tabel 1 untuk melihat Spesifikasi Motor Induksi.

Tabel 1. Spesifikasi motor induksi

Frekuensi	50 Hz
Daya	15 Kw
Arus	27 A
Ingress Protection	Ip55
Horse Power	50 Hp
RPM	589 r/min
Suhu Normal	15° C
Merek	Isoni electric motor

Setiap panel memiliki sebuah rangkaian yang menyatukannya. Gambar 2 Berikut adalah gambar rangkaian kontrol motor dengan menggunakan pengaman *fasa failure relay*



Gambar 2. Rangkaian kontrol motor dengan menggunakan pengaman *fasa failure relay*

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan sebuah motor bisa mengalami kerusakan, dapat berasal dari beberapa sebab seperti dari alat yang digerakkan, jaringan *supply* yang

termasuk didalam sistem kerja motor maupun keadaan lingkungan sekitar yang mempengaruhi sebuah motor tidak menjalankan fungsinya secara normal, seperti pengaruh suhu dan pengaruh mekanis lainnya, maupun hal-hal yang tidak terduga yang mampu mempengaruhi keadaan dan kestabilan motor. Kerusakan pada motor dapat disebabkan oleh :

1. Alat yang digerakkan dapat menimbulkan kerusakan pada motor karena :
 - a. Kopel yang terlalu besar
 - b. Kopel yang naik turun
 - c. Pengasutan dan pengereman yang terlalu sering dan terlalu lama
2. Jaringan supply dapat menimbulkan kerusakan pada motor karena :
 - a. Tegangan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi
 - b. Tegangan fasa yang tidak sama (untuk motor fasa-tiga)
 - c. Putusnya salah satu fasa (untuk motor fasa-tiga)
3. Keadaan sekeliling dapat mengganggu karena :
 - a. Suhu yang terlalu tinggi
 - b. Kurangnya udara pendingin
 - c. Getaran-getaran

Proses kerja motor induksi 3 fasa dalam modul ini menggunakan panel motor *control center* yang langsung mendapatkan *supply* dari PLN lalu dinyalakan dan menghidupkan motor induksi 3 fasa tersebut, setelah itu beban motor pun bekerja. Proses kerja ini harus benar – benar di lakukan pengecekan dan perhatikan kerana setiap waktu harus dilakukan pengukuran guna mengecek apakah terjadi gangguan atau tidak, karena jika sampai pengukuran tidak dilakukan maka akan terjadi gangguan yang merugikan, dan gangguan yang paling sering terjadi yaitu gangguan listrik atau biasa disebut *voltage unbalance*.

Kondisi *unbalance* lebih sering disebabkan oleh variasi beban. Ketika beban satu fasa dengan fasa lain berbeda, maka saat itulah kondisi *unbalance* terjadi. Hal ini mungkin disebabkan oleh impedansi, tipe beban, atau jumlah beban berbeda satu fasa dengan fasa yang lain. Misal satu fasa dengan motor, fasa lainnya dengan heater, lalu fasa lainnya lagi dengan lampu atau kapasitor.

Selama ini dalam proses praktikum cara melihat atau pengukuran *voltage unbalance* yang terdapat pada motor induksi 3 phasa dilakukan dengan cara manual menggunakan *volt* meter yang dicek setiap tegangan masing- masing phasanya R dengan S, S dengan T, dan R dengan T. Setelah itu diambil data rata- ratanya dan mengerti apakah terjadi gangguan atau tidak pada motor induksi 3 phasa tersebut.

Dari data yang telah diketahui, selanjutnya dilakukan perhitungan *voltage unbalance* untuk mengetahui besarnya perbandingan antar fasa. Berikut di bawah ini dijelaskan mengenai perhitungan *voltage unbalance*.

$V \% \text{ Unbalance} = 100\% \times \frac{\text{Selisih maximum voltage dengan voltage rata-rata}}{\text{voltage rata-rata}}$

Misal contoh perhitungan :

Phase : X= 380V , Y= 400V , Z= 390 V

Voltage rata2 = $(380+400 + 390) : 3 = 390$

Volt % Unbalance = $100\% \times (400 - 390) : 390 = 2,56 \%$

Dari contoh perhitungan diatas menunjukkan bahwa supply pada motor induksi 3 phase tidak mengalami *voltage unbalance* karena belum ditentukan. Timbulnya *voltage unbalance* seperti di atas pada sistem distribusi untuk supply motor induksi 3 fasa dapat menyebabkan terjadinya terbakarnya motor induksi 3 fasa. Dari gangguan yang di

akibatkan adanya *voltage unbalance* maka perlu dilakukan pemasangan sistem proteksi berupa pemasangan *phase failure relay*, *phase failure relay* adalah alat kontrol yang berfungsi untuk memonitor kondisi tegangan 3 phase yang mengalir di dalam sistem kontrol motor tersebut.



Gambar 3. *Phase Failure Relay*

Pada gambar 3 *phase failure relay* merupakan salah satu komponen untuk mendeteksi besaran tegangan 3 fasa. Adapun fungsi utama dari alat ini adalah sebagai kontrol pengaman atau proteksi untuk mengamankan kontrol dari sebuah keadaan kondisi tegangan yang tidak efisien, seperti:

1. salah satu, dua fasa, atau ke tiga fasanya hilang yang dimaksudkan hilang adalah copot atau lepas.
2. urutan fasa yang salah semisal mau mengoneksi ke motor listrik yang seharusnya R,S,T malah kebalik jadi R,T,S maka alat ini akan berkerja.
3. tegangan under voltage adalah tegangan dibawah batas normal biasanya.
4. tegangan over voltage tegangan lebih atau kelebihan tegangan yng tidak sesuai dengan biasanya.
5. frekuensi abnormal *under / upper Frekuensi* yang tidak stabil kadang naik kadang turun akan membuat alat ini dapat berkerja

Jadi apabila terjadi situasi yang tidak normal, dalam jangka waktu settingan, maka *otomatis kontak relay* kontrol *phase failure relay* akan berubah seperti perubahan pada alat kontrol lain, maksudnya yang semula NO menjadi NC. Walaupun begitu *phase failure relay* ini memiliki toleransi sesuai setingan yang diinginkan, sehingga apabila ada satu fasa yang lepas maupun kurang kencang alat ini tidak akan langsung bekerja melainkan akan membaca seberapa besar drop tegangan atau selisih tegangan antara fasa satu dengan yang lainnya atau bisa disebut ada jangka waktunya sebelum tegangan diputuskan.

4. Simpulan

Dengan adanya modul ini mahasiswa dapat dengan jelas melihat dan mengamati kerja dari pengaman pada rangkaian motor 3 phase, dengan menggunakan *phase failure*

relay pada tiap rangkaian panel daya maupun kontrol yang mereka rancang, sehingga jikalau terhadap *unbalance voltage* pada motor 3 fasa maka dapat di ambil kesimpulan bahwa *phase failure relay* ini berfungsi sebagai kontrol pengaman atau proteksi untuk mengamankan kontrol dari sebuah keadaan kondisi tegangan yang tidak efisien, seperti salah satu, dua fasa, atau ketiga fasanya hilang, urutan fasa yang salah, *under voltage*, *over voltage*. Hal ini terlihat pada pengujian modul praktikum *phase failure relay* dapat bekerja memutus tegangan ke beban yang berupa motor 3 fasa setelah salah nilai satu fase dihilangkan. Dari hasil pengamatan dan pengertian mahasiswa yang bertambah dapat menyebabkan perolehan nilai kelulusan mahasiswa meningkat 13,82 %. dari sebelumnya pada semester genap 2022/2023 hanya 82,61% kemudian meningkat menjadi 96,43% pada semester genap 2023/2024.

References

- Dickson Kho in Komponen Elektronika <http://teknikelektronika.com> (2015) pengertian-relay-fungsi-relay. Teknik Elektronika Manajemen Produksi dan statistika.
- P. Van. Harten, Ir. E Setiawan (1995). Instalasi Listrik Arus Kuat 3. Binacipta, Bandung.
- Purwanto, N. D., Wiyono, P., & Yusfiar, K. (2018). Antisipasi Kerusakan Motor Listrik 3 Fasa pada Peralatan Laboratorium Pendidikan dan Unit Produksi Sabutret Menggunakan Pengaman Phase Failure Relay Anticipation Of Damage Of 3 Phase Electric Motors in Sabutret Education and Production Unit Laboratory.
- Ratnaya, I Gede. (2005). Diktat Mata Kuliah Panel Hubung Bagi (PHB) Jurusan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha.
- Sumahendra, Wayan (2010) Tugas Akhir Simulasi Pembelajaran Panel Hubung Bagi Menggunakan Rangkaian Kontaktor dan Relay Jurusan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha.
- Sundari, N. K. A., Adiarta, A., & Wiratama, W. M. P. (2021). MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI PADA INSTALASI MOTOR LISTRIK BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DI SMK NEGMEDIA PEMBELAJARAN SISTEM KENDALI PADA INSTALASI MOTOR LISTRIK BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER DI SMK NEGERI 1 DENPASARER 1 DENPASAR. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 10(1), 22-35.
- Wiratama, W. M. P. (2023). KOMPARASI KESTABILAN POSISI PANEL SURYA MENGGUNAKAN PENGENDALI PID (PROPORTIONAL, INTEGRAL DAN DERIVATIVE) DENGAN FLC (FUZZY LOGIC CONTROL). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 14(1), 77-88.